

平成 22 年 5 月 29 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006 年度～2009 年度
 課題番号：18380093
 研究課題名（和文） 森林流域の水質浄化に関わる生態系機能の解明と評価手法の確立に関する研究
 研究課題名（英文） Development of evaluation protocols on ecological functions of forested catchments for water quality conservation
 研究代表者
 大手 信人（OHTE, NOBUHITO）
 東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授
 研究者番号：10233199

研究成果の概要（和文）：

本研究の成果は以下に集約される。

- (1) 先端的な安定同位体測定法である脱窒菌法によって、NO₃-同位体比測定で森林の窒素循環における大気降下物の影響を明らかにした。
- (2) 土壌水・地下水・溶存有機態炭素 DOC の同位体比を測定することで、森林からの流出有機物の生成プロセスを明らかにすることができた。
- (3) 森林集水域の窒素・炭素循環の長期予測するモデルに水文モデルを付加し、森林の伐採等の攪乱による影響としての窒素や炭素流出の予測が可能になった。これによって、森林流域の水質浄化機能を、養分循環のプロセスモデルに立脚して評価する手法を提示した。

研究成果の概要（英文）：

Achievements of this study are summarized as follows:

- (1) By using newly applied novel method for simultaneous measurements of N and O stable isotope ratios of NO₃⁻ (microbial denitrifier method), contribution and its mechanisms of atmospherically derived NO₃⁻ in soil nitrogen dynamics were described.
- (2) Stable carbon isotope ratio of dissolved organic (DOC) of soil and groundwaters were extensively surveyed, and was able to clarify the mechanisms generating the dissolved organic matter in soil profiles.
- (3) A long-term simulation model for nitrogen and carbon discharge from forested watersheds were developed with combining a catchment-scale biogeochemical and hydrological models. Using this model, the ecosystem functions for water quality conservation can be evaluated based on the process model for nutrient cycle in the forest ecosystem.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2007 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2008 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2009 年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：森林水文学・森林生態学

科研費の分科・細目：林学・森林工学

キーワード：森林集水域・生態系機能・水質浄化機能・安定同位体・微生物生態学

1. 研究開始当初の背景

(1) 森林の持つ水質浄化機能の評価の現状

経済林としての機能が、ごく一部の地域を除いて低下している日本の森林にとって、公益的機能を持続的に発揮させる森林の維持管理の必要性は現時点ですでに高く、今後、さらに増して行くと考えられる。その内の一つの重要な機能と考えられているのが水質浄化機能であり、公式にも経済的価値が算定されている（日本学術会議、農水大臣への答申 2001）。これまでに、森林が持つ公益的機能のうち、保水や洪水緩和など水量の面に焦点を絞った水源涵養機能は、様々なレベルで研究が蓄積され、一般的な知見も整理されてきている（日本学術会議、農水大臣への答申 2001）。しかしながら、森林が持つ質的な水源の保全機能についての研究は、我が国でもいくつかなされてきているが（例えば、Ohte and Tokuchi, *Glob.Bioge.Cyc.* 1999; Shibata et al., *Hydo.Proc.* 2001）、個別の事例研究ほとんどで、保全や管理のための施策に適用できるように研究成果の総合化が進んでいるとは言えない。

(2) 水質浄化機能の条件としての生態系機能
森林流域の溪流・河川の水質は、森林生態系の物質循環の影響を強く受ける。このため水質の特徴と変動の仕方を正しく理解するためには、溪流の水質観測のみならず、集水域の物質循環の状態を正確に把握する必要がある。水質浄化機能という特定の働きが、森林どの部位で行われる、どのような生態系機能に司られているかに関するプロセス研究は、我が国では最近までほとんどなされてこなかった。

2. 研究の目的

それでは、生態系内の物質循環がもつ水質浄化に関わる未解明な生態系機能とはなにか？我々の作業仮説は、その大きな要素の一つは、土壌微生物が行う窒素の形態変化とそれに付随する土壌有機物の形態変化の途上で生じているということであった。従来、窒素飽和による渓流水への NO_3^- 流出の増大は、林分が成熟し樹木の純成長量が小さくなることによって入力される窒素が内部循環に取り込めないことによると説明されるが、この利用可能な窒素の取り込み能力、保持能力は、樹木の成長や代謝のみに制御されているのではなく、土壌内での種々の微生物活動の過程での保持が関与していることが 1990 年

代以降、欧米で徐々に指摘されてきている（Aber et al., *BioSci.* 1998）。この土壌微生物による窒素代謝の把握は、野外では、これまで土壌抽出物中の各種溶存窒素の濃度や量などを通して調べられてきているが、この手法では、数日から数か月の期間の純生産量や純代謝量しか明らかにならず、微生物が関与する代謝速度が速いために、実際の総生産量や代謝量が把握されていないことが多かった。本研究は、こうした現況の問題群を解決することを目的としていた。

3. 研究の方法

(1) 方針

上述の問題を解くために、本研究では、以下の二つの新たな手法の適用を試みた。一つは、窒素、炭素、水素、酸素等の生元素の安定同位体をトレーサーとする溶存物質の起源と移動経路の把握である。本研究課題の代表者である大手は、平成 16-18 年度に科学研究費（萌芽研究）の補助を受けて、溶存 NO_3^- の窒素・酸素安定同位体比の新しい測定手法の開発と森林物質循環研究への適用可能性を検討した。この手法の森林の窒素循環（内部循環）への適用は、世界的にも希少な試みで、これまでに得られなかった生物地球化学的情報を提供するものであった。もう一つの試みとして、遺伝子情報に基づく微生物生態学的手法を、土壌中の生物地球化学的な反応の解釈に適用した。土壌中で生じるほとんどの生物地球化学的な過程が微生物の活動に支配されていることは周知であるが、これまでその記述はいわゆる「化学反応」としてなされてきた。この機構を微生物群集の構造や活性の時空間的変動としてとらえ直すことを試みた。これら 2つの方法論は、流域を単位として水や物質の収支を議論するこれまでの物質循環研究を一段掘り下げ、内部のダイナミクスを、溶存物質が変質し移動する流束のグロスレート（総変換量）で表現し、人為的な環境攪乱に対する内部循環の応答を、生物群集の応答として理解するためのものであった。現在のところ世界的にも森林での適用例はない。

(2) 森林試験流域における野外調査

植生、流域面積の異なる 4つの観測・実験流域（桐生試験流域、不動寺試験流域、十津川試験流域、千葉演習林袋山沢試験流域）を設定して、種々の水質項目と森林生態系の水・物質循環の状態との因果関係を明らかに

する調査を行った。ここでは、生態系内の内部循環がもつ未知機能の解明のために、生元素の安定同位体をトレーサーとして物質循環をモニターする手法と遺伝子情報を用いた微生物生態学的手法を野外観測と実験に適用した。

①水質水文観測

これらの流域はすでに、基本的な水質・水文観測は開始されており、H18年度以降、H20年まで本研究の経費を用いて継続した。観測項目は、水文過程（降水量、渓流水量、地下水位、土壤水分量、地温、水温）、原位置測定による水質（pH、電気伝導度、溶存CO₂濃度）であった。

上記水文過程における水試料を採取した。試料採取の上、実験室で測定する水質項目は、主要無機イオン濃度、溶存有機態・無機態炭素濃度、SiO₂、全Fe、全Mn、全Al濃度、水の安定同位体比、溶存有機態炭素3次元蛍光特性であった。水質原位置観測と水試料の採取は3週間に1回。年に1、2回の降雨イベントにおける各項目の変動観測を行った。

②物質循環観測

植生の成長量調査（年1回）、森林のタイプ（針葉樹人工林、落葉広葉樹二次林等）ごとに原位置培養法による土壤有機物分解、無機化量の測定、流出窒素量の観測を行った。これに加えて、窒素安定同位体比マーカーを用いた、総窒素無機化量、硝化量の測定を季節ごとに行った。

(3) 溶存窒素、炭素の安定同位体比の新たな手法の整備

土壤中、地下水中の窒素循環の機構と、流出NO₃⁻の起源推定のために、脱窒菌法を用いたNO₃⁻の安定同位体比の測定を行う。脱窒菌法によるNO₃⁻の窒素・酸素安定同位体比の同時測定法は、代表者の大手がH16-18の期間で、こうした調査への適用するための方法論の整備を進めていた。これに加えて、溶存有機態炭素（DOC）の炭素安定同位体比の情報は、流域から流出する有機物の起源、特徴を示す重要な情報である。これを測定するために、この研究経費で購入した全炭素分析計、真空ポンプを用い、水試料中の有機態炭素をCO₂として捕集、精製する機材（精製ライン）を構築した。安定同位体比の測定は、京大農学研究科現有の質量分析計を用いた。

4. 研究成果

本研究では、森林流域の水質浄化に関わる生態系機能の解明と評価手法を確立することを目的とし、複数の森林集水域におけるモニタリング、水質浄化機構の記述、モデルの構築を進めた。

特に、先端的な安定同位体測定法である脱窒菌法による硝酸同位体比測定で森林の窒素循環における大気降下物の影響が明らか

になった。複数の森林集水域での観測結果から、大気降下物としての硝酸の流入が顕著であっても、流出する硝酸のほとんどが、土壤中の硝化によって生成されたものであることがわかった。また、この方法による、硝酸の酸素安定同位体比をトレーサーとしたプール・ダイリューションメソッドを提案し、土壤層レベルの総硝化量推定法を提案することができた。これは、土壤中に供給される大気降下物由来の硝酸が、植物-土壤間の養分循環に取り込まれ微生物によって生成される硝酸に置き換わっていく程度が酸素安定同位体比の変化で評価することができることを利用したものである。

さらに、土壤水・地下水・溶存有機態炭素DOCの同位体比を測定することで、森林からの流出有機物の生成プロセスを明らかにすることができた。

森林集水域の窒素・炭素循環の長期シミュレートするモデルの適用を行い、水文モデルを付加することによる改良が必要であることを示した。これにより、森林の伐採や、種々の攪乱によるインパクトとしての窒素や炭素流出のシミュレーションが可能になった。このモデルを用いて、森林流域の水質浄化機能を、森林の養分循環のプロセスモデルに立脚して評価する手法を提示した。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計34件）

- (1) Tobari, K., Koba, K., Fukushima, N., Tokuchi, N., Ohte, R., Tateno, S., Toyoda, T., Yoshioka, and N. Yoshida (2010), Contribution of atmospheric nitrate to stream-water nitrate in Japanese coniferous forests revealed by the oxygen isotope ratio of nitrate, *Rapid Communications in Mass Spectrometry* (in press).
- (2) Osaka, K., N. Ohte, K. Koba, C. Yoshimizu, M. Katsuyama, M. Tani, I. Tayasu, and T. Nagata (2010), Hydrological influences on spatiotemporal variations of $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{18}\text{O}$ of nitrate in a forested headwater catchment in central Japan: Denitrification plays a critical role in groundwater, *Journal of Geophysical Research* (in press).
- (3) Ohte, N., N. Tokuchi, and M. Fujimoto (2010), Seasonal patterns of nitrate discharge from forested catchments: Suggestions based on Japanese case studies, *Geography Compass*, in press.
- (4) Ohte, N., I. Tayasu, A. Kohzu, C. Yoshimizu, K. i. Osaka, A. Makabe, K. Koba, N. Yoshida, and T. Nagata (2010), Spatial

- distribution of nitrate sources of rivers in the Lake Biwa watershed, Japan: Controlling factors revealed by nitrogen and oxygen isotope values, *Water Resources Research* (in press).
- (5) 大手信人, 徳地直子, 藤本将光 (2010), NO_3 流出の季節変動を制御する要因, *水利科学* (印刷中) .
- (6) 大手信人, 徳地直子 (2010), 森林生態系の物質循環にあたる水文過程の影響: 窒素流出に着目して, *土壤物理学会誌* (印刷中) .
- (7) Tateno, R., K. Fukushima, R. Fujimaki, T. Shimamura, M. Ohgi, H. Arai, N. Ohte, N. Tokuchi, and T. Yoshioka (2009), Biomass allocation and nitrogen limitation in a *Cryptomeria japonica* plantation chronosequence, *Journal of Forest Research*, 14, 276-285.
- (8) Koba, K., K. Osaka, Y. Tobar, S. Toyoda, N. Ohte, M. Katsuyama, N. Suzuki, M. Itoh, H. Yamagishi, M. Kawasaki, S. Kim, N. Yoshida, and T. Nakajima (2009), N_2O dynamics in groundwater in a forested ecosystem elucidated by N_2O isotopomer, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, (in press).
- (9) Katsuyama, M., H. Shibata, T. Yoshioka, T. Yoshida, A. Ogawa, and N. Ohte (2009), Applications of a hydro-biogeochemical model and long-term simulations of the effects of logging in forested watersheds, *Sustainability Science*, 4, 179-188, doi:110.1007/s11625-11009-10079-z.
- (10) Katsuyama, M., N. Kabeya, and N. Ohte (2009), Elucidation of the relationship between geographic and time sources of stream water using a tracer approach in a headwater catchment, *Water Resour. Res.*, 45, W06414, doi:06410.01029/02008WR007458.
- (11) Itoh, M., N. Ohte, and K. Koba (2009), Methane flux characteristics in forest soils under an East Asian monsoon climate, *Soil Biology and Biochemistry*, 41, 388-395.
- (12) Chua, F. L. A., M. Suzuki, N. Ohte, N. Hotta, and T. Kume (2009), Evapotranspiration patterns for tropical rainforests in southeast Asia: A model performance examination of the Biome-BGC Model, *Bulletin of Tokyo University Forests*, 120, 29-44.
- (13) Asano, Y., T. Uchida, Y. Mimasu, and N. Ohte (2009), Spatial patterns of stream solute concentrations in a steep mountainous catchment with a homogeneous landscape, *Water Resour. Res.*, 45, W10432.
- (14) 嶋村鉄也, 徳地直子, 尾坂兼一, 伊藤雅之, 大手信人, 竹門康弘 (2009), 深泥池における水質管理に向けた水質の空間分布の把握, *保全生態学研究*, 14, 153-163.
- (15) 渡辺彰, 浅川大地, 川東正幸, 大手信人, 長尾誠也, 真家永光, 加藤英孝, 竹中眞 (2009), 土壤—河川—海生態系における溶存有機炭素 (DOC) の動態と機能, *日本土壤肥料学雑誌*, 80, 89-94.
- (16) Tanio, Y., N. Ohte, M. Fujimoto, and R. Sheibly (2008), Nitrate and phosphate uptake in a temperate forest stream in central Japan, in *From Headwaters to the Ocean: Hydrological Changes and Watershed Management*, edited by M. Taniguchi, et al., pp. 83-89, Taylor & Francis Group, London.
- (17) Sebestyen, S. D., E. W. Boyer, J. B. Shanley, C. Kendall, D. H. Doctor, G. R. Aiken, and N. Ohte (2008), Sources, transformations, and hydrological processes that control stream nitrate and dissolved organic matter concentrations during snowmelt in an upland forest, *Water Resour. Res.*, 44, W12410, doi:12410.11029/12008WR006983.
- (18) Oda, T., Y. Asano, N. Ohte, and M. Suzuki (2008), The effect of antecedent moisture condition on storm flow water sources in young forest headwater catchment. , in *From Headwaters to the Ocean: Hydrological Changes and Watershed Management*, edited by M. Taniguchi, et al., pp. 57-62, Taylor & Francis Group, London.
- (19) Kawasaki, M., N. Ohte, N. Kabeya, and M. Katsuyama (2008), Hydrological control of dissolved organic carbon dynamics in a forested headwater catchment, Kiryu Experimental Watershed, Japan, *Hydrological Processes*, 22, 429-442.
- (20) Katsuyama, C., N. Kondo, Y. Suwa, T. Yamagishi, M. Itoh, N. Ohte, H. Kimura, K. Nagaosa, and K. Kato (2008), Denitrification activity and relevant bacteria revealed by nitrite reductase gene fragments in soil of temperate mixed forest, *Microbes and Environments*, 23, 337-345.
- (21) Itoh, M., N. Ohte, K. Koba, A. Sugimoto, and M. Tani (2008), Analysis of methane production pathways in a riparian wetland of a temperate forest catchment, using d^{13}C of porewater CH_4 and CO_2 , *Journal of Geophysical Research*, 113, G03005, doi: 03010.01029/02007JG000647.
- (22) Fujimoto, M., N. Ohte, and M. Tani (2008), Effects of hillslope topography on hydrological responses in a weathered granite mountain, Japan: comparison of the runoff response between the valley-head and the side slope, *Hydrological Processes*, 22,

- 2581-2594.
- (23) Doctor, D. H., C. Kendall, S. D. Sebestyen, J. B. Shanley, N. Ohte, and E. W. Boyer (2008), Carbon isotope fractionation of dissolved inorganic carbon (DIC) due to outgassing of carbon dioxide from a headwater stream, *Hydrological Processes*, 22, 2410-2423.
- (24) 大手信人, 鈴木由起子 (2008), 森林流域における水銀の動態に関する研究の動向, *地球環境*, 13, 203-209.
- (25) Shimamura, T., K. i. Osaka, M. Itoh, N. Ohte, and Y. Takemon (2007), Spatial distribution of nitrate in Mizoro-ga-ike, a pond with floating mat bog, *Advances in Geosciences*, 6, 129-137.
- (26) Ohte, N., R. A. Dahlgren, S. R. Silva, C. Kendall, C. R. Kratzer, and D. H. Doctor (2007), Sources and transport of algae and nutrients in a Californian river in a semi-arid climate, *Freshwater Biology*, 52, 2476-2493
2410.1111/j.1365-2427.2007.01849.x.
- (27) Kawasaki, M., N. Ohte, N. Kabeya, and M. Katsuyama (2007), Hydrological control of dissolved organic carbon dynamics in a forested head water catchment, *Hydrological Processes*, 22, 429-442.
- (28) Kabeya, N., M. Katsuyama, M. Kawasaki, N. Ohte, and A. Sugimoto (2007), Estimation of mean residence times of subsurface waters using seasonal variation of deuterium excess in a small headwater catchment in Japan, *Hydrological Processes*, 21, 308-322.
- (29) Itoh, M., N. Ohte, K. Koba, M. Katsuyama, K. Hayamizu, and M. Tani (2007), Hydrologic effects on methane dynamics in riparian wetlands in a temperate forest catchment, *Journal of Geophysical Research*, 112, G01019, doi:01010.01029/02006JG000240.
- (30) Osaka, K., N. Ohte, K. Koba, M. Katsuyama, and T. Nakajima (2006), Hydrologic controls on nitrous oxide production and consumption in a forested headwater catchment in central Japan, *Journal of Geophysical Research*, 111, G01013, doi:01010.01029/02005JG000026.
- (31) Ohte, N., N. Tokuchi, and S. Hobara (2006), Impacts of forest defoliation by pine wilt diseases on biogeochemical cycling and streamwater chemistry in a headwater catchment in central Japan, in *Advances in Geosciences: Hydrological Sciences*, AOGS (Asia Oceania Geosciences Society) publication, edited by N. Park, pp. 137-142, World Scientific, Singapore.
- (32) 嶋村鉄也, 尾坂兼一, 伊藤雅之, 大手信人, 竹門康弘 (2006), 深泥池における水質形成機構, 京都大学防災研究所年報, B49, 691-699.
- (33) 柴田英昭, 大手信人, 佐藤冬樹, 吉岡崇仁 (2006), 森林生態系の生物地球化学モデル: PnET モデルの適用と課題, *陸水学雑誌*, 67, 235-244.
- (34) 大手信人 (2006), 森林流域を対象とする渓流水質予測モデルを構築する際に考慮すべき水文過程の影響について, *陸水学雑誌*, 67, 73-80.
- [学会発表] (計 9 件)
- (1) Ohte N. et al., Analysis on DOC transformation in a forested catchment using stable carbon isotope values, American Geophysical Union, Fall meeting, 2009.12.16, San Francisco, USA.
- (2) Ohte N. et al., Oxygen isotope of nitrate indicates how high the gross nitrification was in the forest floor in a temperate forest ecosystem in Japan, BIOGEOMON 2009, 6th International Symposium on Ecosystem Behavior. 2009.7.1, Helsinki, Finland.
- (3) Ohte N. et al., Sources and Transformation of Nitrogen Loads in Rivers of the Lake Biwa Watershed, Japan: Using Dual Measurement of Nitrogen and Oxygen Isotopes of Nitrate. American Geophysical Union, Fall Meeting, 2008.12.16, San Francisco, USA.
- (4) Ohte N. et al., In situ isotope signals of nitrate show how high the gross nitrification is in the surface soils in a humid temperate forest in Japan. The 7th International Symposium for Subsurface Microbiology, 2008.11.20, Shizuoka, Japan.
- (5) Ohte N. et al., Oxygen isotope signal of nitrate shows how high the gross nitrification was in the surface soils in a temperate forest in Japan, The 4th International Symposium on Isotopomers, 2008.10.6, Tokyo, Japan.
- (6) Ohte N. et al., Carbon discharge through hydrological processes from a temperate forest watershed in the central Japan, Western Pacific Geophysics Meeting (American Geophysical Union), 2008.7.30, Cairns, Australia.
- (7) 高橋遥、大手信人、伊藤雅之ほか, 炭素安定同位体比を用いた森林集水域における溶存有機態炭素の動態解析, 第 56 回日本生態学会 福岡大会, 2008. 3. 16., 福岡.
- (8) 谷尾陽一, 大手信人ほか, 森林溪流の窒素・リン動態に関する原位置実験, 第 56 回日本生態学会 福岡大会, 2008. 3. 16., 福岡.
- (9) Ohte, N. et al., In situ isotope signals of

nitrate show how the gross nitrification was high in the surface soils in a humid temperate forest in Japan, American Geophysical Union, 2007 Fall Meeting, 2007. 12. 12, Moscone Center, San Francisco.

〔図書〕(計9件)

- (1) 大手信人 (2010), 森林からの DOM の流出機構とフラックス, 『土壌—河川—海生態系における溶存有機炭素の動態と機能』, 渡辺彰 (土壌肥料学会編), 博友社 (印刷中), 東京.
- (2) Ohte, N., N. Tokuchi, and K. Osaka (2010), Hydrologic controls on the nitrogen dynamics of forested ecosystems investigated using water and nitrate isotope signatures, in Earth, Life and Isotope, edited by N. Ohouchi, et al., Kyoto University Press (in press), Kyoto.
- (3) Ohte, N., T. Nagata, I. Tayasu, A. Kohzu, C. Yoshimizu, and K. Osaka (2010), Simultaneous measurement of nitrogen and oxygen isotopes of nitrate to evaluate nitrogen cycling in rivers, in The Application of Isotope Techniques for Nutrient Cycling and Management in Rivers, edited by B. Newman and M. Ito, International Atomic Energy Agency, Vienna, (in press).
- (4) 由水千景, 大手信人 (2007), 分析の自動化・高速化 -硝酸塩分析を例に, 『流域環境評価と安定同位体』, 永田俊・宮島利宏編, p. 476, 京都大学出版会, 京都.
- (5) 大手信人 (2007), 水源域における大気降水物としての窒素負荷の評価 -降水の同位体比変動-, 『流域環境評価と安定同位体』, 永田俊・宮島利宏編, p. 476, 京都大学学術出版会, 京都.
- (6) 大手信人 (2007), 流域の水循環診断への水の安定同位体比利用 -降水の同位体比変動-, 『流域環境評価と安定同位体』, 永田俊・宮島利宏編, p. 476, 京都大学出版会, 京都.
- (7) 大手信人 (2007), 良質の水の源としての森林, 『21世紀の農学 第4巻, 森林の再発見』, 太田誠一編, p. 410, 京都大学学術出版会, 京都.
- (8) 大手信人 (2007), 水の動きが支配する森林の物質循環, 『森林水文学 - 森林の水のゆくえを科学する』, 森林水文学編集委員会編, p. 337, 森北出版, 東京.
- (9) 大手信人, 川崎雅俊, 木平英一, 吉岡崇仁 (2006), 森林から河川への炭素と窒素の流出, 『地球環境と生態系-陸域生態系の科学』, 武田博清・占部城太郎編, p. 282, 共立出版, 東京.

6. 研究組織

(1)研究代表者

大手 信人 (Ohte, NOBUHITO)
京都大学・大学院農学研究科・助教授 (H18まで)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授

研究者番号: 10233199

(2)研究分担者

徳地 直子 (TOKUCHI, NAOKO)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・准教授

研究者番号: 60237071

杉本 敦子 (SUGIMOTO, ATSUKO)

北海道大学・大学院地球環境科学研究院・教授

研究者番号: 50235892

木庭 啓介 (Koba, KEISUKE)

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・准教授

研究者番号: 90311745 (H19まで)

小山 里奈 (KOYAMA, LINA)

京都大学・大学院情報学研究科・助手

研究者番号: 50378832 (H19まで)

永田 俊 (NAGATA, TOSHI)

京都大学・生態学研究センター・教授

研究者番号: 40183892

谷 誠 (TANI, MAKOTO)

京都大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号: 00314245

松尾 奈緒子 (MATSUO, NAOKO)

三重大学・大学院生物資源学研究科・講師

研究者番号: 00423012 (H19のみ)

堀田 紀文 (HOTTA, NORIFUMI)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教

研究者番号: 17780118 (H19から)

加藤 憲二 (KATO, KENJI)

静岡大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号: 70169499 (H20から)

勝山正則 (KATSUYAMA, MASANORU)

総合地球環境学研究所・研究部・研究員

研究者番号: 40425426 (H20から)

(3)連携研究者

小山 里奈 (KOYAMA, LINA)

京都大学・大学院情報学研究科・助手

研究者番号: 50378832 (H20)

木庭 啓介 (Koba, KEISUKE)

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・准教授

研究者番号: 90311745 (H20)